

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003 年 10 月 2 日 (02.10.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/081605 A1

- (51) 国際特許分類: G21K 7/00, G01N 23/04
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/03452
- (22) 国際出願日: 2003 年 3 月 20 日 (20.03.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-80947 2002 年 3 月 22 日 (22.03.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大庭 昌 (OHBA, Akira) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市

市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 杉山 優 (SUGIYAMA, Masaru) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 小野田 忍 (ONODA, Shinobu) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).

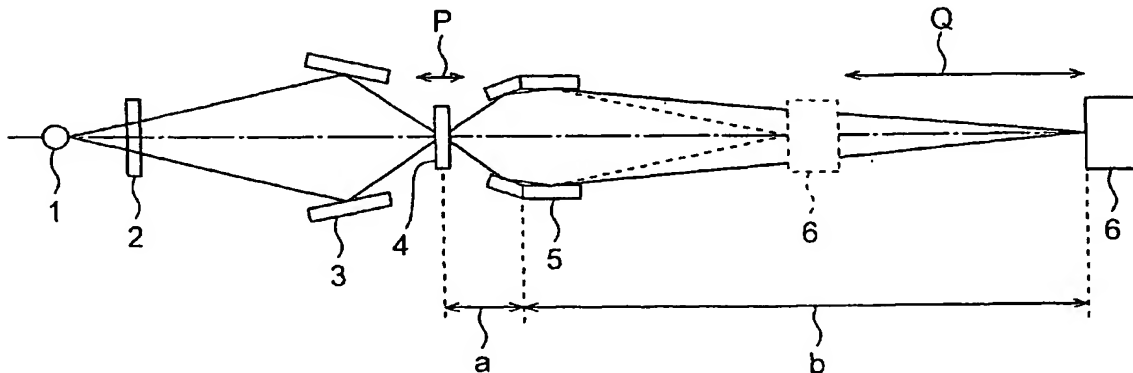
(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒104-0061 東京都 中央区 銀座一丁目10番6号 銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: X-RAY IMAGE MAGNIFYING DEVICE

(54) 発明の名称: X線像拡大装置



(57) Abstract: An X-ray image magnifying device characterized by comprising an illuminating optical system (3) for illuminating a sample (4) with an X-ray emitted from a radiation source (1), an object lens (5) composed of an oblique incident mirror consisting of a paraboloid of revolution and an ellipsoid of revolution to allow an X-ray passed through the sample (4) to be magnified and imaged at a specified position, an X-ray image detecting means (6) for detecting a formed X-ray image, and an imaging magnification regulating means for moving at least one of the detecting means (6), the sample (4) and the optical system (3) along an optical-axis direction to regulate the imaging magnification of an X-ray image. Consequently, an X-ray image magnifying device that uses an oblique incident mirror as an object lens enables changing of imaging magnification without interchanging an oblique incident mirror.

(57) 要約: 本発明に係るX線像拡大装置は、線源1から発したX線を試料4に照射する照明光学系3と、回転双曲面と回転楕円面から成る斜入射ミラーにより構成され試料4を透過したX線を所定の位置に拡大結像させる対物レンズ5と、結像したX線像を検出するX線像検出手段6と、X線像検出手段6、試料4及び照明光学系3の少なくとも1つを光軸方向に沿って移動させることでX線像の結像倍率を調整する結像倍率調整手段とを備えたことを特徴とする。これにより、斜入射ミラーを対物レンズとして用いるX線像拡大装置において、斜入射ミラーを交換することなく結像倍率を変更することができる。

WO 03/081605 A1



(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

X線像拡大装置

技術分野

本発明は、X線を利用して試料を観察することが可能なX線像拡大装置に関する。

背景技術

従来、生体観察や半導体検査等においては、試料を未処理で観察することができX線顕微鏡が利用されている。例えば結像型X線顕微鏡は、試料にX線を照射し、そのX線像を結像光学系により検出器上に拡大結像させて試料を観察するように構成されている。

上記結像型X線顕微鏡の結像光学系としては、回折を利用したゾーンプレート光学系（特開平9-251100号公報など）、特定波長のX線に対して高い反射率を有する多層膜を積層してなるシュバルツシルト光学系（特開平6-300900号公報など）などが用いられている。

発明の開示

しかしながら、特開平9-251100号公報には、検出器を光軸方向に移動させて検出器とゾーンプレート型対物レンズとの距離を変化させることによりフォーカシングを行う軟X線顕微鏡が開示されているが、この技術による結像倍率の変化は、波長選択性の高いゾーンプレートを使用するため、波長を僅かに変化させる必要がある。また、X線光量の損失が大きく、単色性が必要で放射光の利用が必要とされる。また、同じ倍率でも異なる波長で観察する場合には、試料及び検出器を移動させる必要があり、シュバルツシルト型の対物レンズを用いた場合でも、観察する波長が決まってしまう。

また、特開平6-300900号公報には、シュバルツシルト型多層膜ミラーで拡大した像を蛍光面等で可視光に変換した後、低倍率から高倍率までの複数のレンズを備えた光学顕微鏡で、拡大率を変えながら上記変換後の像を観察する技

術が記載されているが、この技術では、多層膜ミラーを用いるため、観察可能な波長が限られるとともに、一旦可視光に変換するため、作業効率が低くなってしまう。

このため、実験室規模のX線顕微鏡では、光学素子として、利用効率が高く、波長選択性が無い斜入射ミラーが適している。

本発明は、上記課題を解決するために成されたものであり、波長選択性が無い斜入射ミラーを用いて結像倍率を変更することができるX線像拡大装置を提供することを目的とする。

上記目的を達成するために、本発明に係るX線像拡大装置は、線源から発したX線を試料に照射する照明光学系と、回転双曲面と回転楕円面から成る斜入射ミラーにより構成され、前記試料を透過したX線を所定の位置に拡大結像させる対物レンズと、前記対物レンズにより結像したX線像を検出するX線像検出手段と、前記X線像検出手段、前記試料、及び前記照明光学系の少なくとも1つを光軸方向に沿って移動させることで、前記X線像の結像倍率を調整する結像倍率調整手段と、を備えたことを特徴とする。

ここで、図1において本発明の原理を説明する。試料を置く位置を物点O、斜入射ミラーWは回転双曲面と回転楕円面からなり、光軸上における回転双曲面と回転楕円面との接合部の位置をS、結像面の位置をIとし、物点Oから斜入射ミラーの接合部Sまでの距離をa、位置Sから位置Iまでの距離をbとする。また、この斜入射ミラーの焦点距離をf、結像倍率をMとすると、以下の式が成立する。

$$(1/a) + (1/b) = 1/f \quad \cdots \text{式(1)}$$

$$b = aM \quad \cdots \text{式(2)}$$

斜入射ミラーの場合、本来、その設計により、距離a、bは固定値であり、従って、倍率Mも固定値となる。ところが、光線追跡シミュレーションによれば、分解能は悪くなるものの、距離a、bを調整し結像倍率Mを変化させても結像可能であることが確認された。

一例として、距離 a を 20 mm、距離 b を 2000 mm、倍率 M を 100 で設計した斜入射ミラーにおいて、倍率 M を変えた場合の分解能の変化（シミュレーション結果）を図 2 に示す。この図 2 から、設計倍率 M が 100 のとき、最も分解能が高いがそれ以外の倍率でも分解能は低いものの、結像することが解る。分解能を 0.05 μm まで許容する場合には、このミラーでは、倍率 60 倍から 300 倍まで使用できることがわかる。このとき、距離 a は 20.1 ~ 19.9 mm の範囲で、距離 b は、約 1200 mm ~ 6000 mm の範囲で変化する。なお、低倍率側での観察で試料探査が主な目的の場合には、高分解能はあまり必要とされないため、30 倍程度でも十分使用することができる。

従って、距離 a 、 b を上記のような範囲で変化させることができれば、斜入射ミラーを交換することなく、結像倍率を変更させることができる。

本発明では、対物レンズに斜入射ミラーを用いることにより、対物レンズとしてゾーンプレート光学系やシュバルツシルト型多層膜ミラーを用いた従来例に比べ、以下の利点がある。

即ち、対物レンズとしてゾーンプレート光学系を用いた場合に比べ、□照明する X 線を単一波長にする必要がなく照明光学系の構成が簡単になること、□同一倍率なら X 線波長が変化しても f 値が変わらないため、距離 a 、 b の値は変わらないこと、□X 線の利用効率が高いことが挙げられる。また、対物レンズとしてシュバルツシルト型多層膜ミラーを用いた従来例に比べ、観察できる波長が単一波長に制限されず、広範囲の波長域で観察可能であることが挙げられる。

また、本発明の X 線像拡大装置は、可視光又は紫外光のいずれかの光を前記試料に照射する光照射手段と、前記試料を透過し前記対物レンズで反射した光による像を検出する光検出手段と、をさらに備えたことを特徴としてもよい。これにより、X 線のみを用いる場合に比べ、装置の取り扱いや観察が容易となり、試料の放射線損傷が軽減される、という利点がある。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の原理を説明するための図である。

図 2 は、斜入射ミラーにおいて倍率を変えた場合の分解能の変化を示すグラフである。

図 3 は、第 1 実施形態に係る X 線顕微鏡の概略構成を示す断面図である。

5 図 4 は、X 線検出器の移動機構の一例を示す図である。

図 5 は、低倍率で観察する場合の操作を説明するための図である。

図 6 は、高倍率で観察する場合の操作を説明するための図である。

図 7 は、第 2 実施形態に係る X 線顕微鏡の概略構成を示す断面図である。

図 8 は、照明光学系の配置を示す図である

10 発明を実施するための最良の形態

以下、図面と共に本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。

[第 1 実施形態]

15 図 3 は、本発明の第 1 実施形態に係る X 線顕微鏡の概略構成を示す断面図である。図 1 に示した装置は、X 線源 1、フィルター 2、全反射を利用した回転楕円面形状からなる照明用斜入射ミラー 3、試料 4、対物レンズの回転双曲面と回転楕円面からなる斜入射ミラー 5、及び X 線検出器 6 を含んで構成されている。X 線源 1 としては、例えば、ガスパフ型プラズマ X 線源を用いる。

20 図 3 を用いて、第 1 実施形態に係る X 線顕微鏡の動作を説明する。ガスパフ型プラズマ X 線源 1 から発生した X 線をフィルター 2 によって、観察する X 線の波長領域に制限し、照明用斜入射ミラー 3 により試料 4 に照射する。試料 4 を透過した X 線は斜入射ミラー 5 に入射し、X 線検出器 6 の受光面において、拡大された X 線像が検出される。拡大率を変更する場合は、所望する倍率になるように X
25 線検出器 6 を矢印 Q の光軸方向に沿って移動させることで斜入射ミラー 5 から検出器 6 までの距離 b を調整する。その後、X 線検出器 6 で検出された画像を見な

がら、フォーカスが合うように試料 4 を、移動機構（図 3 には図示されていない。）
によって矢印 P の光軸方向に移動させ、試料 4 と斜入射ミラー 5 間の距離 a を調
整する。または、試料 4 を移動させた後、フォーカスが合うように X 線検出器 6
を移動させても良い。そして最後に、最適な照明が得られるように照明用斜入射
ミラー 3 を移動させる。

なお、図 8 には照明光学系の配置を示す。O が光源、I が集光点（光源 O の像）
であり、前述した式（1）が成り立つ。上記の図 3 の試料 4 の位置が決まれば、
試料 4 の位置と集光点 I とが一致するように照明用斜入射ミラー 3 を移動させる。

このとき、図 3 の試料 4 及び照明用斜入射ミラー 3 は、矢印 P の光軸方向に沿
って数 mm 移動でき、X 線検出器 6 は数 m 移動できる機構を有する必要がある。
X 線として波長 1 nm 以上の比較的長い軟 X 線を用いる場合、この領域の X 線は
空気の吸収が大きく、その光路は真空中に保つ必要があり、斜入射ミラー 3、試料
4、斜入射ミラー 5、X 線検出器 6 は真空容器の中に設置される。従って、斜入
射ミラー 3、試料 4、斜入射ミラー 5、X 線検出器 6 の移動機構は真空容器の外
から制御できるものであることが好適である。なお、試料 4 のみ空気中に設置す
る構成も採用することができる。

試料 4、斜入射ミラー 3、斜入射ミラー 5 の移動範囲は数 mm と小さいため、
これらの移動機構は市販の移動ステージやマニピュレータ等で構成することがで
きる。一方、X 線検出器 6 の移動機構については、図 4 に示すような真空ベロー
ズ 14 を用いることにより、数 m 程度の大きい範囲の移動も可能となる。真空ベ
ローズ 14 は真空フランジ 12 a、12 b と各真空配管 11 によって連結されて
いる。真空フランジ 12 a は図 3 の斜入射ミラー 5 を有する真空配管に連結され、
真空フランジ 12 b は X 線検出器 6 との接続を行う真空フランジ 15 に連結され
る。真空配管 11 と真空フランジ 12 a、12 b には、それぞれ支柱 16 が取り
付けられており、その先にボルト 17 を貫通させる穴が設けられている。真空フ
ランジ 12 a、12 b の支柱の先には、ボルト 17 をその長さ方向において固定

するナット 13 a ~ 13 d が設けられている。X線検出器 6 の位置を調整するとき、ナット 13 c、13 d を緩め、真空ベローズ 14 を伸縮して目的の長さに調節し、再びナット 13 c、13 d を締めることにより、真空ベローズ 14 の長さを固定する。

- 5 次に、図 5、図 6 を用いて具体的な操作を説明する。ここでは、例として式 (1)、式 (2) において、設計倍率 M を 100、試料 4 と斜入射ミラー 5 間の距離 a を 20 mm、斜入射ミラー 5 と X線検出器 6 間の距離 b を 2000 mm と設定された斜入射ミラー 5 を用い、低倍率側で約 40 倍、高倍率側で約 200 倍の観察を行うものとする。また、照明用斜入射ミラー 3、試料 4、斜入射ミラー 5 は、それぞれ独立に移動ステージ 7、8、9 によって、その位置および傾き等が調整可能とされている。

- 10 低倍率（例えば倍率 $M = \text{約 } 40 \text{ 倍}$ ）で観察する場合は、図 5 に示すように斜入射ミラー 5 と X線検出器 6 との距離 b が約 800 mm になるように上述のベローズ付真空配管 10 の真空ベローズ 14 を縮め、X線検出器 6 の画像を観察しながら、フォーカスが合うように移動ステージ 8 によって試料 4 を移動させることで試料 4 と斜入射ミラー 5 間の距離 a を調整し、最適な照明が得られるように移動ステージ 7 によって照明用斜入射ミラー 3 を移動させる。

- 15 一方、高倍率（例えば倍率 $M = \text{約 } 200 \text{ 倍}$ ）で観察する場合は、図 6 に示すように斜入射ミラー 5 と X線検出器 6 との距離 b が約 4000 mm になるようにベローズ付真空配管 10 の真空ベローズ 14 を伸ばし、X線検出器 6 の画像を観察しながら、フォーカスが合うように移動ステージ 8 によって試料 4 を移動させることで試料 4 と斜入射ミラー 5 間の距離 a を調整し、最適な照明が得られるように移動ステージ 7 によって照明用斜入射ミラー 3 を移動させる。

- 20 このような第 1 実施形態によれば、斜入射ミラー 5 を対物レンズとして用いる X線顕微鏡において、試料 4 と斜入射ミラー 5 間の距離 a 、斜入射ミラー 5 と X線検出器 6 間の距離 b を調整することにより、斜入射ミラー 5 を交換することな

く、結像倍率を変更することができる。

なお、斜入射ミラー 3、5、試料 4、X線検出器 6 を移動させる方法は、上記の方法に限定されず、目的の位置に移動可能な機構を持つものであれば、種々の変更や変形を加えることができる。

5 [第 2 実施形態]

次に、図 7 を用いて本発明に係る第 2 実施形態を説明する。この第 2 実施形態は、試料探査のため、低倍率の観測を可視光等で簡単に行うように構成したものである。

10 図 7 に示すように、第 2 実施形態の構成は、第 1 実施形態の構成に加え、可視光源 2 1、光路上に挿入及び退避可能なミラー 2 2、2 3、これらミラーの矢印 R、S 方向の挿入・退避動作を駆動する直線導入端子 2 5、2 6、並びに、可視光に感度がある検出器 2 4 が設けられている。図 7 において実線で示すミラー 2 2 a、2 3 a は光路から退避した状態を示し、破線で示すミラー 2 2 b、2 3 b は光路上に挿入した状態を示している。

15 ここでは、例として式 (1)、式 (2) において、設計倍率 M を 100、試料 4 と斜入射ミラー 5 間の距離 a を 20 mm、斜入射ミラー 5 と X 線検出器 6 間の距離 b を 2000 mm と設定された斜入射ミラー 5 を用い、可視光により低倍率 (約 40 倍) の観察を行い、X 線により高倍率 (約 100 ~ 200 倍) の観察を行うものとする。

20 試料探査のための可視光による低倍率 (例えば倍率 M = 約 40 倍) での観察は、直線導入端子 2 5、2 6 を駆動することでミラー 2 2 a、2 3 a を、それぞれ光軸上の位置 2 2 b、2 3 b に挿入する。次に、可視光源 2 1 を点灯させる。この可視光は、ミラー 2 2 により反射し、照明用斜入射ミラー 3 により試料 4 に照射する。この試料 4 を透過した可視光は、斜入射ミラー 5 により反射して、ミラー
25 2 3 により反射し、検出器 2 4 に入射する。ミラー 2 3 を介した斜入射ミラー 5 と検出器 2 4 との距離は約 800 mm に設定する。検出器 2 4 で検出された画像

を見ながら、フォーカスが合うように移動ステージ 8 によって試料 4 を移動させることで試料 4 と斜入射ミラー 5 間の距離 a を調整し、最適な照明が得られるように移動ステージ 7 によって照明用斜入射ミラー 3 を光軸方向に移動させる。なお、照明に関しては、可視光源 2 1 を光軸方向に移動させても同様の結果が得られる。

試料 4 の所望の位置を探索した後、X 線を用いて高倍率の詳細な観察を行う場合、ミラー 2 2、2 3 を直線導入端子 2 5、2 6 により、それぞれ位置 2 2 a、2 3 a に退避させ、倍率 M が約 100 倍の場合は、斜入射ミラー 5 と X 線検出器 6 間の距離 b を約 2000 mm にし、倍率 M = 約 200 倍の場合は、斜入射ミラー 5 と X 線検出器 6 間の距離 b を約 4000 mm になるように X 線検出器 6 を移動させる。X 線源 1 から X 線を照射し、X 線検出器 6 において画像を観察しながら、フォーカスが合うように移動ステージ 8 によって試料 4 を移動させることで試料 4 と斜入射ミラー 5 間の距離 a を調整し、最適な照明が得られるように移動ステージ 7 によって照明用斜入射ミラー 3 を光軸方向に移動させる。

このような第 2 実施形態によれば、X 線に加え可視光も用いるため、X 線のみを用いる場合に比べ、取り扱いや観察が容易である。また、可視光で行うため、試料の放射線損傷を低減することができる。さらに、X 線での観察は高倍率側だけであるため、X 線検出器 6 の移動距離を削減することができる。

なお、本発明は、種々の変形態様が可能である。例えば、上記の例では高倍率での観察において、ベローズ付真空配管 10 により X 線検出器 6 を移動させて倍率を調整できるようにしてあるが、高倍率側で倍率を調整する必要がない場合には、ベローズ付配管 10 を用いず、長さが一定とされた配管によって X 線検出器 6 の位置を固定しても良い。この場合、照明用斜入射ミラー 3 を高倍率の観察で最適な照明が得られる位置に設置し、可視光を用いた低倍率の観察では、可視光源 2 1 の位置を式 (1) によって最適な照明位置が得られる位置に設定しておけば、低倍率、高倍率で照明光の調整が必要なくなり、より簡便な手順で観察を行

うことができる。

また、可視光源に代わり、紫外線光源を用いても良く、その場合、ミラー 2 2、
2 3 は紫外線用ミラーを用い、検出器 2 4 は紫外線に感度がある検出器を用いる。

5 また、X線源 1 とは別のX線光源（X線照射手段）を可視光源 2 1 の位置に設
置しても良く、その場合、ミラー 2 2（第 1 のX線反射手段）、ミラー 2 3（第 2
のX線反射手段）はX線用多層膜ミラーを用い、検出器 2 4 はX線に感度がある
検出器（X線検出手段）を用いる。この構成によれば、ベローズ付真空配管 1 0
によりX線検出器 6 を移動させることなく、倍率の異なる二つのX線像を得るこ
とができる。

10 さらに、第 1、第 2 実施形態においては、種々の変形、変更が可能である。例
えば、X線源としては、ガスパフ型プラズマX線源の他に、レーザープラズマX
線源あるいは放射光を採用しても良い。また、照明光学系を、全反射を利用した
回転楕円面形状からなる照明用斜入射ミラー 3 としたが、回転双曲面及び回転楕
円面を有する斜入射ミラーを採用しても良い。

15 以上説明したように、本発明によれば、斜入射ミラーを対物レンズとして用い
るX線像拡大装置において、試料と斜入射ミラー間の距離、斜入射ミラーと検出
器間の距離を変更することにより、斜入射ミラーを交換することなく、結像倍率
を変更することができる。

20 また、本発明は、対物レンズとして斜入射ミラーを用いたことで、ゾーンプレ
ート光学系を用いた場合に比べ、照明するX線を単一波長にする必要がなく照明
光学系の構成を簡素化できること、同一倍率ならX線波長が変化しても焦点距離
 f が変わらないため、試料、検出器を移動させる必要がないこと、X線の利用効
率が高いことの 3 点において優れており、シュバルツシルト型多層膜ミラーを用
いた場合に比べ、観察できる波長が単一波長に制限されず広範囲の波長域（可視
25 ～X線）で観察が可能である点で優れている。

産業上の利用可能性

本発明は、生体観察装置、半導体検査装置などに適用可能である。

請求の範囲

1. 線源から発したX線を試料に照射する照明光学系と、
回転双曲面と回転楕円面とを含んで成る斜入射ミラーにより構成され、前記試料を透過したX線を所定の位置に拡大結像させる対物レンズと、
- 5 前記対物レンズにより結像したX線像を検出するX線像検出手段と、
前記X線像検出手段、前記試料、及び前記照明光学系の少なくとも1つを光軸方向に沿って移動させることで、前記X線像の結像倍率を調整する結像倍率調整手段と、
を備えたX線像拡大装置。
- 10 2. 可視光又は紫外光のいずれかの光を前記試料に照射する光照射手段と、
前記試料を透過し前記対物レンズで反射した光による像を検出する光検出手段と、
を更に備えた請求項1記載のX線像拡大装置。
- 15 3. X線源を含みX線を照射するX線照射手段と、
前記X線照射手段により照射された前記X線を前記対物レンズの光軸方向に反射させて前記試料に導く第1のX線反射手段と、
前記試料を通過し前記対物レンズで反射した前記X線を反射させる第2のX線反射手段と、
前記第2のX線反射手段で反射した前記X線による像を検出するX線検出手段
- 20 と、
を更に備えた請求項1記載のX線像拡大装置。

図1

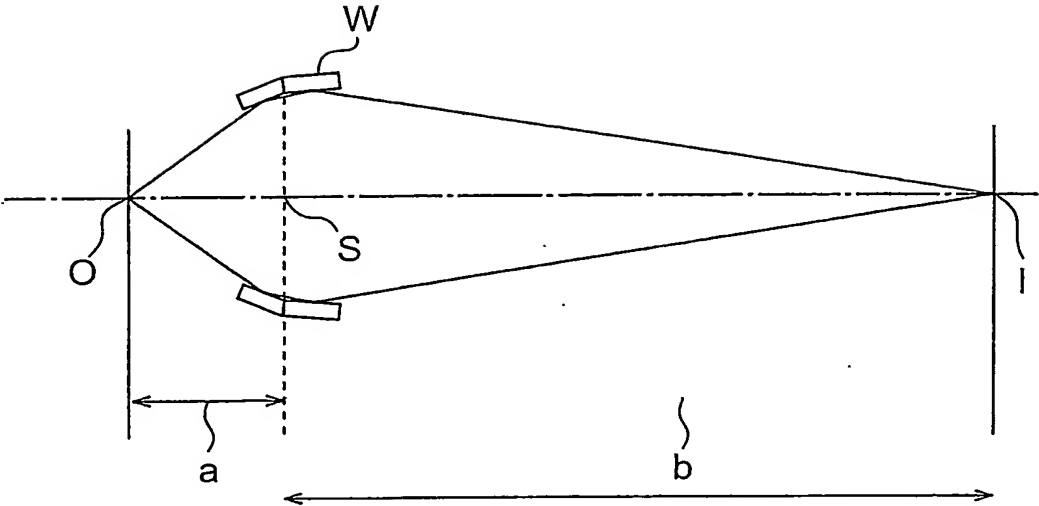


図2

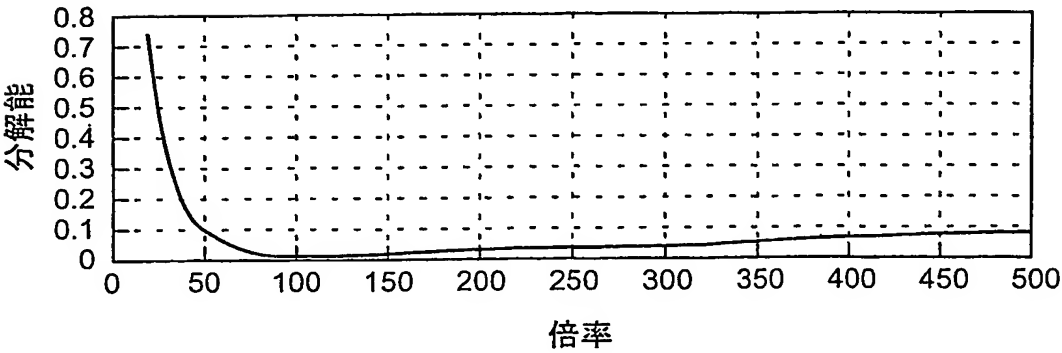


図3

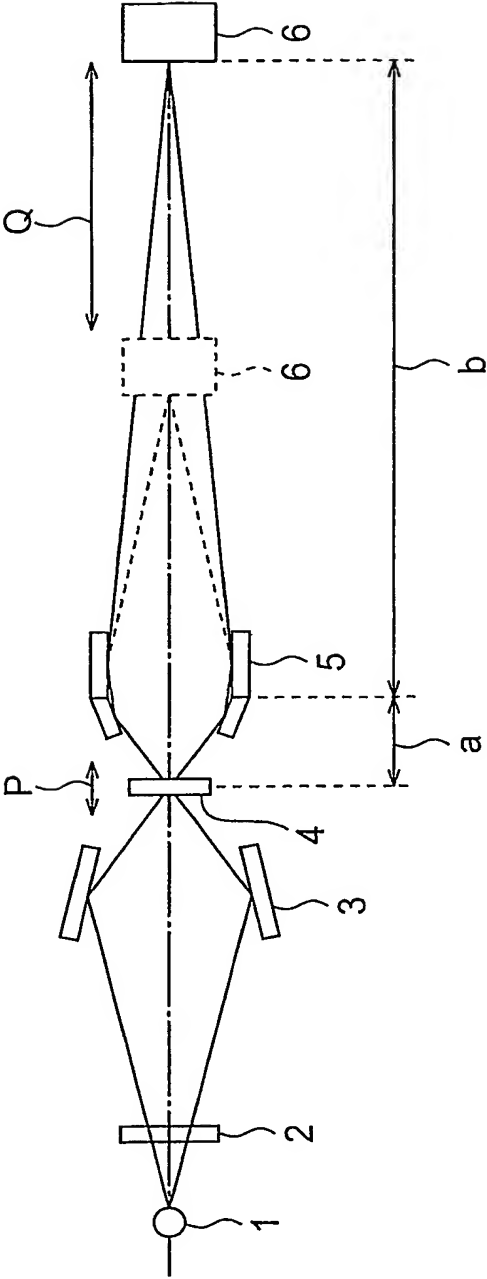


図4

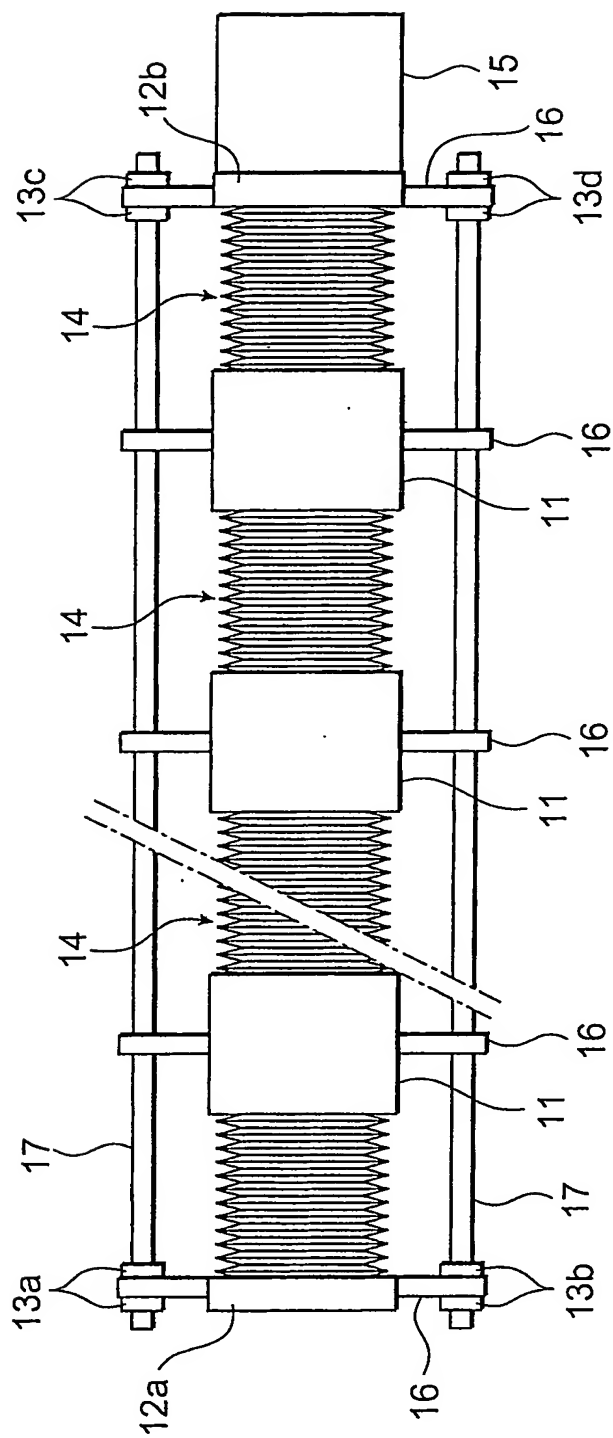


図5

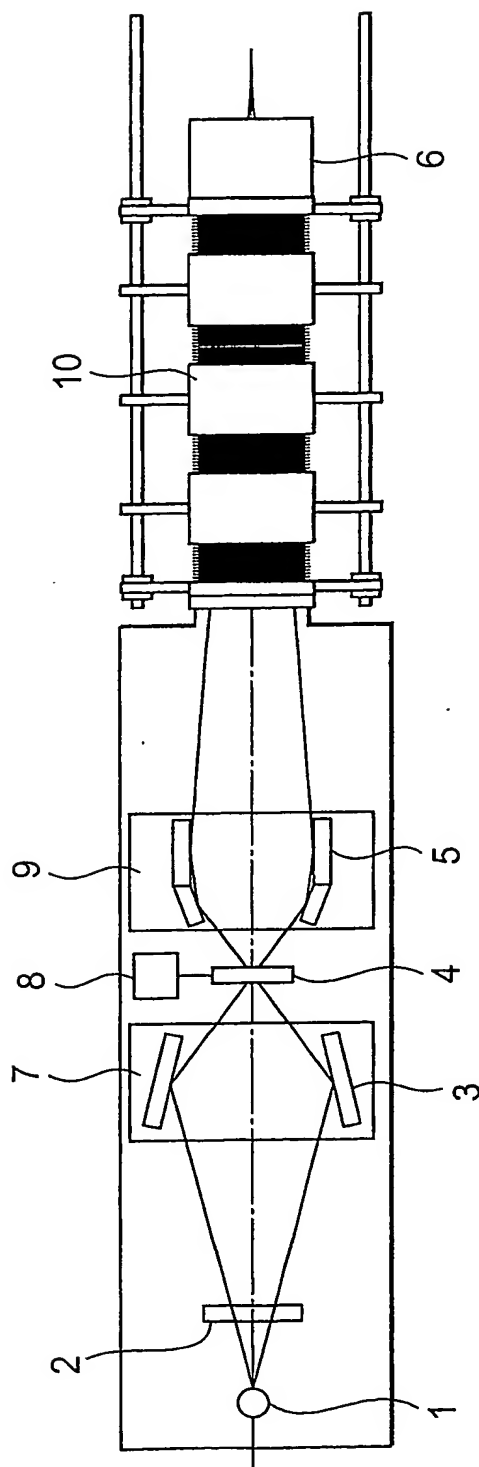
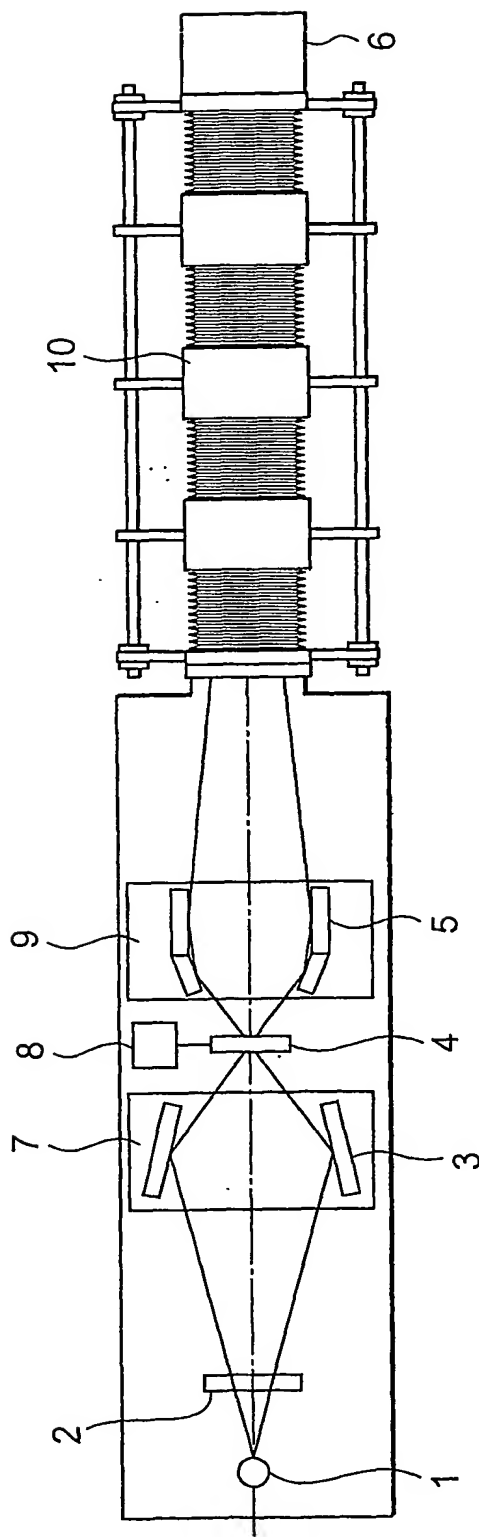


図6



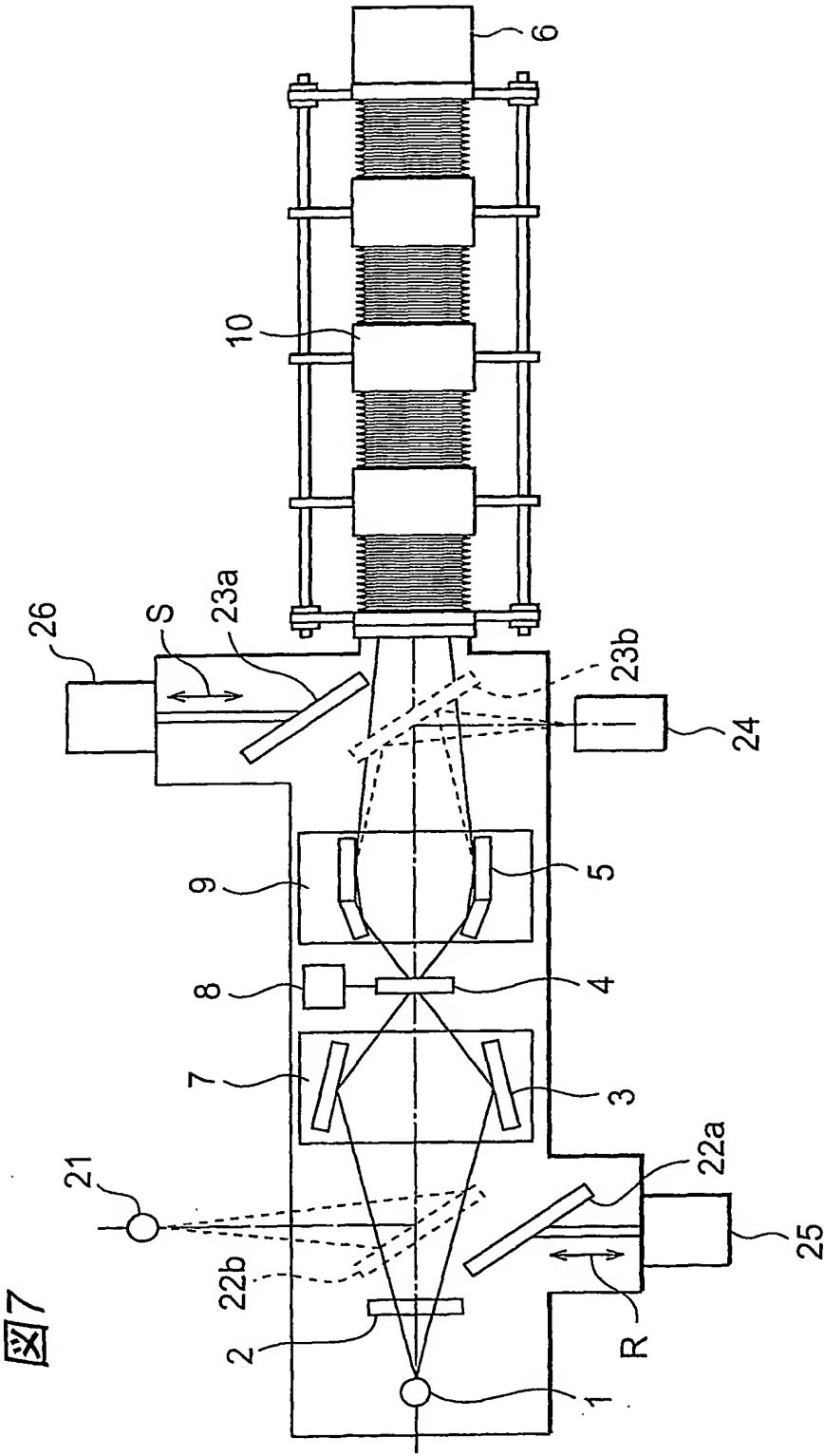
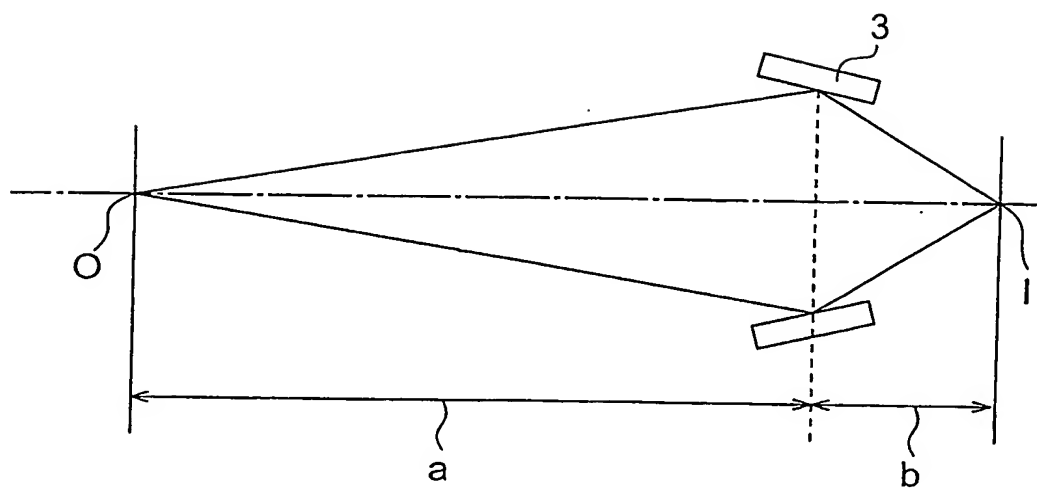


図8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/03452

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G21K7/00, G01N23/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G21K7/00, G01N23/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 4-265900 A (Nikon Corp.), 22 September, 1992 (22.09.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-3
Y	JP 9-251100 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 22 September, 1997 (22.09.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-3
Y	JP 9-178900 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 11 July, 1997 (11.07.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 24 June, 2003 (24.06.03)	Date of mailing of the international search report 08 July, 2003 (08.07.03)
---------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/03452

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-243993 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 19 September, 1995 (19.09.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G21K7/00, G01N23/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G21K7/00, G01N23/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996
 日本国公開実用新案公報 1971-2003
 日本国登録実用新案公報 1994-2003
 日本国実用新案登録公報 1996-2003

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 4-265900 A (株式会社ニコン) 1992. 09. 22 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-3
Y	J P 9-251100 A (オリンパス光学工業株式会社) 1997. 09. 22 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-3
Y	J P 9-178900 A (オリンパス光学工業株式会社) 1997. 07. 11 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-3

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24. 06. 03

国際調査報告の発送日

08.07. 03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岡崎 輝雄

2M

9715

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 7-243993 A (浜松ホトニクス株式会社) 1995. 09. 19 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-3